

Reinhard Metzler

**Komplikationen des
Retropneumoperitoneum
unter Verwendung von
Kohlendioxyd als Insufflationsgas**

Mainz 1972

Aus dem Institut für Klinische Strahlenkunde
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

KOMPLIKATIONEN DES RETROPNEUMOPERITONEUM
UNTER VERWENDUNG VON KOHLENDIOXYD ALS
INSUFFLATIONSGAS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der
Johannes Gutenberg-Universität
Mainz

vorgelegt von
Reinhard Metzler
aus Nieder-Olm

Mainz 1972



Dekan: Prof. Dr. med. K.H. Bäßler
Referent: Prof. Dr. med. L. V. Habighorst
Korreferent: Prof. Dr. med. L. Diethelm



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INHALTSANGABE

A. Einleitung	S. 4
B.	
1. Material	S. 9
2. Methode	S. 11
C. Komplikationen beim Retropneumoperitoneum	S. 13
1. Falsche Nadellage	S. 13
2. Auftreten eines Pneumoperitoneum und eines Pneumomediastinum	S. 15
3. Schmerzen und vegetative Reaktionen	S. 17
4. Gasembolie	S. 19
5. Krisenhafte Blutdrucksteigerungen beim Phäo- chromozytom	S. 21
6. Blutdruck-, Pulsfrequenz- und Körpertempera- turveränderungen	S. 27
7. Spätkomplikationen	S. 28
D. Diskussion	S. 30
E. Zusammenfassung	S. 36
F. Literatur	S. 38

A. Einleitung

1921 führten Rosenstein (39) in Deutschland und Carelli (9) in Argentinien unabhängig voneinander die sogenannte perirenale Gasfüllung ein. Auch als "Pneumoradiographie des Nierenlagers" bezeichnet diente diese Methode der Darstellung von Nieren und Nebennieren und war der unmittelbare Vorläufer des eigentlichen Retroperitoneum. Noch im selben Jahr konnte Rosenstein (39) durch Verdoppelung der Gasinsufflationsmenge neben Nieren, Nebennieren und anderen retroperitonealen Organen auch Leber und Milz darstellen. 1938 wandte Boriani (5) diese Methode der Gasfüllung des Retroperitonealraumes erneut an und empfahl sie als nützliche diagnostische Untersuchungsart. 1941 veröffentlichte der Neurologe Ciarla (11) die epidurale und peridurale Füllungsmethode. Einen entscheidenden Fortschritt für die Weiterentwicklung und Verbreitung des Retroperitoneum bedeutete schließlich im Jahre 1947/48 die Einführung der parasacro-coccygealen Methode durch Ruiz Rivas (42). Der große Vorteil dieser Untersuchungsart gegenüber den vorhergenannten liegt in der ungefährlicheren und bequem erreichbaren Einstichstelle. Sie wurde 1949 von de Gennes (13) als re-rineale Methode modifiziert und stellt heute die am meisten angewendete retroperitoneale Gasfüllungsmethode dar.

In der Beurteilung von Risiko und Komplikationen des Retroperitoneum gehen die Meinungen weit auseinander.

So schätzt z. B. Franzen (18) trotz Verwendung von Sauerstoff die Gefahren einer Gasembolie als minimal ein und hält das Retropneumoperitoneum gegenüber der beiderseitigen perirenaln Insufflation oder dem Pneumoperitoneum für praktisch gefahrlos. Dieser optimistischen Beurteilung stellen Schattenfroh und Schuster (44) die Forderung nach einer exakten, eng begrenzten Indikationsstellung für diesen diagnostischen Eingriff wegen der Komplikationsmöglichkeiten, leichteren oder auch tödlichen Gasembolien, gegenüber.

Gefürchtetste und gefährlichste Komplikation des Retropneumoperitoneum sind gasembolische Zwischenfälle. Buchwald (8) hat aus dem Schrifttum 44 gasembolische Todesfälle und 44 weitere schwere Zwischenfälle bei der präsakralen Punktionstechnik des Retropneumoperitoneum zusammengestellt. An tödlichen Emboliefällen konnte er zwei unveröffentlichte Fälle durch persönliche Mitteilungen erfahren. Baurys (2) zitiert Fälle von Bandel, Brékey und Nesbit; Cocchi (12) führt weitere Fälle an von Secco und Mitarbeitern (45), Alberti, Sierra und Juanola, Gadermann, Vilaseca und eine persönliche Mitteilung aus einer französischen Klinik; Faber und Harsányi (16), Fournier und Jouve-Fournier (17), Lefkovits (28), Gloustreames und Mitarbeiter (19), Schattenfroh und Schuster (44), Wilhelm (51) teilen jeweils einen weiteren Fall mit. Zwei tödliche Gasembolien wurden von Steinbach und Smith (47) beschrieben. Ransom und Mit-

arbeiter (37) veröffentlichten einen eigenen Fall und 24 durch eine Umfrage ermittelte Fälle. Seit der Arbeit von Buchwald (8) ist uns kein weiterer schwerer gasembolischer Zwischenfall bekannt geworden.

Die oben genannten Gasembolien traten alle nach Insufflation von Luft oder Sauerstoff auf. Auch bei den anderen diagnostischen Gasfüllungen wie Enzephalographie, Ventrikulographie, Gasmyelographie, Pneumothorax, Pneumomediastinum, Pneumoperitoneum, Pneumocystographie, Pneumopyelographie, Arthrographie und Gasinsufflation in die Weichteile sind zahlreiche gasembolische Zwischenfälle mitgeteilt (Lit. bei Buchwald). Obwohl schon zu Beginn der diagnostischen Gasfüllungen ausdrücklich auf die Vermeidung von Gasembolien durch den Gebrauch von CO_2 als Insufflationsgas hingewiesen wurde (1), gewannen die "emboliefreien" Methoden erst in den letzten 10 -15 Jahren an Bedeutung. Trotzdem wird auch in jüngster Zeit noch immer Luft zur Insufflation z. B. in die Weichteile der Axilla (36) oder Sauerstoff zum Retroperitoneum (6) verwendet.

Teschendorf (48, 49) empfahl in seinen Arbeiten die Verwendung von N_2O und CO_2 wegen ihrer hohen Blutlöslichkeit und ihrer schnellen Resorption. Bei Körpertemperatur und atmosphärischem Druck sind in 100 ml Blut 1,1 ml Stickstoff, 2,3 ml Sauerstoff, 39,5 ml Lachgas und 54,1 ml Kohlendioxyd löslich (48). Harvard und Mitarbeiter (22) zeigten

an Versuchen mit 12 Hunden, daß das retroperitoneal insufflierte CO_2 in Mengen bis zu 20 l von allen Tieren ohne nachteilige Folgen vertragen wurde. Ausgedehnte Untersuchungen über intravenöse und auch intrakardiale CO_2 -Injektionen stellten Strauffer und Mitarbeiter (46), Hoeffken und Mitarbeiter (25) und Harvard und Mitarbeiter (22) an. So injizierte Harvard (22) im Tierversuch 10.000 ml CO_2 mit einer Injektionsgeschwindigkeit von 100 ml/min, ohne daß bei den Versuchshunden nennenswerte Nebenerscheinungen auftraten. Moore und Mitarbeiter (33) verglichen die Wirkung von O_2 - und CO_2 -Injektionen in die Pulmonalvenen von Katzen. Bei der Verwendung von 0,5 ml O_2 pro pound Körpergewicht kam es bei 29 der 30 Versuchstiere zur Embolie der Coronararterien und in Sekundenschnelle zum Tod. Beim Gebrauch von 2 ml CO_2 pro pound Körpergewicht waren die Coronararterien zwar auch vorübergehend verschlossen, aber innerhalb von 15 - 20 Sekunden löste sich das Gas im Blut vollständig auf.

Ernsthafte gasembolische Zwischenfälle sind bei Gebrauch von CO_2 als Insufflationsgas beim Retroperitoneum nicht bekannt. Allerdings beschreibt Case (10) einen möglicherweise gasembolischen Todesfall beim Anlegen eines Pneumoperitoneum nach Insufflation von wenigen ml CO_2 und O_2 in nicht näher beschriebenem Mischungsverhältnis. Einen weiteren Todesfall erwähnt Hoffheinz (24): "Scanzoni ließ wegen Prolaps gasförmige Kohlensäure in die Höhle des graviden Uterus einströmen und erlebte danach

raschen Tod". Meyers und Jacobson (32) teilen einen Todesfall nach intravenöser Injektion von 100 ml CO₂ mit. Bei allen drei Fällen konnte eine Gasembolie als Todesursache nicht bewiesen werden und ist - zumindest beim letzten Fall - auch wegen der geringen Menge des verwendeten CO₂ unwahrscheinlich.

Am Institut für Klinische Strahlenkunde der Universität Mainz wird seit 1961 CO₂ als Insufflationsgas zum Retro-pneumoperitoneum verwendet. An einer größeren Zahl von Untersuchungen soll überprüft werden, wie oft und welche Komplikationen sich ereigneten und ob das Risiko dieses diagnostischen Eingriffs durch seine Leistungsfähigkeit gerechtfertigt wird.

B.

1. Material

Das Untersuchungsmaterial besteht aus 95 Patienten der Jahre 1961 bis 1971, bei denen ein Retropneumoperitoneum durchgeführt wurde und von denen Krankengeschichten und Röntgenaufnahmen zur Verfügung standen (Tabelle I).

Tabelle I

	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	insgesamt
♂	2	7	1	7	1	1	-	6	1	1	4	31
♀	1	7	4	12	9	1	6	5	5	11	3	64
insgesamt	3	14	5	19	10	2	6	11	6	12	7	95

Mit 64 Fällen stellen die Patientinnen etwa $\frac{2}{3}$ des Krankengutes dar. Der Altershäufigkeitsgipfel liegt bei den Frauen in der Gruppe der 21 - 30jährigen, bei den Männern in dem breiteren Bereich der 21 - 50jährigen (Tabelle II).

Tabelle II

Alter in Jah- ren	10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	ins- ge- samt
♂	-	2	6	7	7	4	4	1	31
♀	1	7	24	12	10	9	-	1	64
ins- ge- samt	1	9	30	19	17	13	4	2	95

Bei $\frac{3}{4}$ der Patienten wurde das Retroperitoneum aus endokrinologischer Fragestellung heraus durchgeführt. Hierbei wurde diese Untersuchungsmethode in der Nebennierendagnostik eingesetzt zur Feststellung, Seiten- und Größenbestimmung von Tumoren und Hyperplasien bei klinischem Verdacht auf ein Cushing-Syndrom, Conn-Syndrom, Adrenogenitales Syndrom, Pseudohermaphroditismus, Phäochromozytom. Die übrigen retroperitonealen Gasinsufflationen wurden durchgeführt in der Nierendagnostik zur Darstellung von Lage, Form und Größe der Nieren bei Verdacht auf Zystennieren, Hufeisennieren, solitären Nierenzysten und Schrumpfnieren, weiterhin in der Diagnostik retroperitonealer Tumoren und schließlich in der Pankreasdiagnostik zur Erkennung von Zysten und Tumoren.

2. Methode

Zum Retropneumoperitoneum wird der Patient gut abgeführt und ist nüchtern. Als Prämedikation injizieren wir etwa 15 Minuten vor Untersuchungsbeginn Atropinum sulfur. 0,25 mg, Atosil^R 50 mg und das Analgetikum Valoron^R 50 mg (früher Dolantin^R 50 mg) als Mischspritze intramuskulär.

In Knie-Ellenbogenlage wird nach örtlicher Desinfektion und Lokalanästhesie eine lange Nadel zwischen Steißbeinspitze und Analöffnung eingestochen und unter Führung durch einen rektal eingeführten Finger präsakral vorgeschoben. Um eine zufällige Lage der Kanülenspitze in einem Blutgefäß auszuschließen, wird kurz aspiriert; anschließend erfolgt eine vorsichtige Probeinsufflation von etwa 50 ml CO₂, bei der meist ein leichter elastischer Widerstand am Spritzenkolben zu spüren ist. Bei korrekter Nadellage folgt in Bauchlage des Patienten die Insufflation von 1500 - 2000 ml CO₂ mit Handdruck über eine Rotandaspritze in einem Zeitraum von etwa 5 bis 10 Minuten. Die Gasverteilung wird durch Perkussion und unter Durchleuchtungskontrolle überprüft und je nach Bedarf durch Schräglage oder Aufrichten des Patienten beeinflusst.

Bei Verdacht auf Nieren- oder Nebennierenerkrankungen wird außerdem unmittelbar vor der Gasinsufflation zur zusätzlichen Darstellung des Nierenhohlraumsystems 20 ml nierengängiges Kontrastmittel (Conray 60) injiziert.

Nach Summationsaufnahmen evtl. Zielaufnahmen erfolgen Schichtaufnahmen bei Rückenlage des Patienten, je nach Fragestellung ergänzt durch Schichtaufnahmen bei Schräglage. Es ist notwendig, zwischen den einzelnen Aufnahmen etwa 100 ml CO₂ erneut zu insufflieren, um bei der raschen Resorption eine ausreichende Gasfüllung zu erhalten.

C. Komplikationen beim Retropneumoperitoneum

1. Falsche Nadellage

Eine relativ harmlose Komplikation, die nichts mit der retroperitonealen Gasinsufflation an sich zu tun hat, sondern mit der technischen Durchführung, ist das Anstechen des Rektums. Trotz richtigen Einstechens der Nadel unter Kontrolle des rektal tastenden Fingers kann es während des Einblasens bei der Umlagerung oder durch eine plötzliche Bewegung des Patienten zu einer Nadelverlagerung kommen. Die Folge ist eine Rektum- und Colonaufblähung. Die falsche Lage der Nadel erkennt der Untersucher daran, daß sich der Kolben der Rotandaspritze beim Insufflieren mühelos ohne den geringsten Widerstand niederdrücken läßt und außerdem durch die Perkussions- und Durchleuchtungskontrolle. Das CO_2 wird zwar schnell im Darm resorbiert (29, 30), dennoch klagen die Patienten über Druckgefühl und länger anhaltende abdominale Schmerzen. Auf die Darmperforationen sich aufpfropfende perirektale Abszesse und retroperitoneale Infektionen erwähnen Ransom und Mitarbeiter (37).

Ein Anstechen des Darmes wurde bei unseren Patienten dreimal beobachtet. Beim ersten Fall ergab die nach der Insufflation von ca. 500 ml CO_2 durchgeführte Probedurchleuchtung, daß das Gas vorwiegend im Dickdarm zu finden war.

Im zweiten Fall war bei einer Patientin mit einem Phäochromozytom der präsakrale Raum in Folge mangelhafter Entleerung des Enddarmes nur sehr schmal, so daß es nicht möglich war, die Kanüle in diesen Raum einzuführen. Wie die Schichtaufnahmen zeigten, befand sich die Spitze der Kanüle in einem Kotballen des Rektums. Die Untersuchung wurde daher abgebrochen. Die Patientin hatte noch am selben und am nächsten Tag mehrere hypertone Blutdruckkrisen, eine stark ausgeprägte Tachykardie mit Werten bis zu 132/min und außerdem eine Temperaturerhöhung um $1,2^{\circ}\text{C}$; es ist nicht wahrscheinlich, daß die Blutdruckkrisen mit der Rektumpunktion in Zusammenhang stehen. Am dritten Tage hatten sich die Werte wieder normalisiert.

Im dritten Fall wurde, da die erste Aufnahmeserie bei der Schichtuntersuchung nicht ganz einwandfrei war, eine zweite Aufnahmeserie und eine nochmalige CO_2 -Insufflation vorgenommen. Erst nach der Anfertigung der zweiten Schichtaufnahmen stellte es sich unter Durchleuchtung heraus, daß offenbar durch eine Nadelverlagerung das CO_2 bei der Nachinsufflation in den Darm injiziert wurde. Damit sind die verstärkten und etwas länger anhaltenden Beschwerden zu erklären. Es bestand zwei Tage lang eine Temperaturerhöhung um $1,7^{\circ}\text{C}$, eine Blutdrucksenkung um 45 mm Hg systolisch und 30 mm Hg diastolisch, eine mäßige Tachykardie mit Werten um 96/min und eine Erhöhung der Atemfrequenz auf 28/min. Am dritten Tag waren die Werte wieder normal.

Weitere harmlose, nur kurze Zeit belästigende Nebenerscheinungen sind Emphysembildungen im Unkreis der Einstichstelle infolge ungenügender technischer Ausführung. So kann ein Skrotal- oder Labialemphysem (1 Patientin in unserem Material) entstehen, wenn die Nadel nicht tief genug durch das Ligamentum anococcygeum durchgestochen wird. Ein Glutealemphysem kann sich ausbilden, wenn die Nadel zu steil nach dorsal und etwas paracoccygeal vorgestoßen wird, wie es Cocchi (12) bei einem Fall erlebte.

2. Auftreten eines Pneumoperitoneum und eines Pneumomediastinum

Die Tatsache, daß nach retroperitonealer Gasfüllung ein Pneumoperitoneum entstehen kann, ist im Schrifttum mehrfach erwähnt (4, 12, 34). Einerseits werden als Entstehungsmechanismen für das Übertreten des Gases aus dem retroperitonealen in den intraperitonealen Raum poröse Stellen oder kleine Einrisse des Bauchfelles angenommen (12). Dagegen wird die Auffassung vertreten, daß es sich bei diesen subphrenischen Gasansammlungen nach Anlegen eines Retropneumoperitoneum in der Regel tatsächlich um eine Ablösung des parietalen Peritoneum von der Zwerchfellmuskulatur handelt und daß die Entstehung eines echten Pneumoperitoneum eine Ausnahme darstellt (34). Die Häufigkeit dieser Komplikationen wird von Bonomini (4) mit 1 % angegeben, während Cocchi (12), der O_2 als Insufflationsgas benutzte, durch zusätzliche Röntgenaufnahmen in halbst-

hender oder sitzender Position bei 8 von 11 Patienten diese Gasansammlungen unter den Zwerchfellkuppen beobachtete.

Wir stellten bei unseren Patienten keine peritonealen Gasansammlungen fest, haben jedoch keine Aufnahmen in aufrechter Körperhaltung durchgeführt.

Als weitere Komplikation ist das Auftreten eines Pneumomediastinum zu nennen. Durch das Aufsteigen des Gases in den Mediastinalraum können bei den Patienten Beklemmungserscheinungen in der Brust, Schluckbeschwerden und Atemnot, Tachykardie durch die Verlagerung der Mediastinalorgane auftreten. Außerdem kann es durch Alteration der *Globi carotici* zu unerwünschten Nebenreaktionen, z. B. Blutdruckkrisen, kommen (31). Um diese Gefahren von vorne herein auszuschließen, empfiehlt Maurer (31) eine leichte Kopftieflage, um das Aufsteigen des Gases zu verhindern. Cocchi (12) beobachtete bei seinen Untersuchungen, daß fast jeder Patient ein Mediastinalemphysem aufwies. Neben dem Auftreten eines supraklavikulären Hautemphysems im Bereich des Halses beschreibt er noch einen Fall eines Stimmbandemphysems.

Wir untersuchten nicht durch zusätzliche Röntgenaufnahmen im Anschluß an das Retropneumoperitoneum, in wievielen Fällen ein Pneumomediastinum entsteht, da wir keine der oben erwähnten Komplikationen erlebten. Dies führen wir zum einen darauf zurück, daß sich wegen der schnellen

Resorbierbarkeit des CO_2 ein massives Mediastinalemphysem mit Verdrängungserscheinungen der darin befindlichen Organe gar nicht ausbilden kann, zum anderen darauf, daß wir die Patienten nach Abschluß der Untersuchung noch etwa eine halbe Stunde flach auf dem Röntgentisch liegen lassen und weiterhin für einen Tag Bettruhe verordnen.

Über eine Nierenverlagerung und -drehung nach Insufflation von 2000 ml O_2 berichtet Cocchi (12) bei einem Patienten mit Schrumpfniere. Außerdem ist ein Fall einer beidseitigen Ureterobstruktion mit folgender Anurie nach Anlegen eines Retropneumoperitoneum bekannt (15).

3. Schmerzen und vegetative Reaktionen

Alle Patienten geben während der Gasinsufflation Schmerzen an. Die Klagen der Untersuchten sind individuell verschieden stark entsprechend dem Grad der subjektiven Dolenz des Einzelnen und der Art der Prämedikation. Der größte Teil der Patienten klagt über ein Druck- und Völlegefühl im Bereich des mittleren Abdomens, ein Gefühl des Aufgeblasenseins und ziehende Schmerzen werden häufig im Bereich des Kreuzbeins und der Flanken angegeben. Manchmal treten auch Schmerzen in der Zwerchfellgegend auf, die allerdings nur in einigen Fällen auch in die Schultern ausstrahlen (21). Die Beschwerden der Patienten beginnen nach der Insufflation von ca. 250 bis 500 ml CO_2 , werden mit der steigenden Gasmenge stärker, lassen aber unmittelbar

nach Beendigung der Untersuchung nach und sind nach 30 - 60 Minuten ganz verschwunden mit Ausnahme der Zwerchfellschmerzen, die einen ganzen Tag lang anhalten können. Neben den Schmerzen kommt es bei der Mehrzahl der Patienten zu mehr oder minder starken Schweißausbrüchen, Hautblässe, gelegentlich zu Übelkeit, Erbrechen und Schwindelgefühlen. Die Schmerzhaftigkeit dieser Untersuchung führt Rudinsky (41) auf eine Irritation der serösen Häute durch CO_2 sowohl beim Pneumoperitoneum als auch beim Retropneumoperitoneum zurück. Auch Buchwald (8) berichtet, daß CO_2 gelegentlich zu Reizerscheinungen an serösen Häuten führt, kann aber die Schmerzen und die obengenannten vegetativen Nebenerscheinungen weder durch die CO_2 -Irritation noch durch reinen Dehnungsreiz erklären.

Bei unseren Untersuchungen traten mehr oder minder heftige Schmerzen und Schweißausbrüche praktisch immer auf, Übelkeit in einigen wenigen Fällen und Erbrechen nur bei einem Patienten.

Kollapszustände ereigneten sich bei drei Untersuchungen. So klagte ein 16jähriger Patient mit extremer Fettsucht, bei dem ein Retropneumoperitoneum zum Ausschluß eines Nebennierentumors oder einer Nebennierenhyperplasie angefertigt wurde, über starke Schmerzen und war im Verlaufe der Untersuchung mehrfach präkollaptisch.

Bei einer 20jährigen Patientin mit Verdacht auf die post-

puberale Form eines adrenogenitalen Syndroms erlebten wir einen Kollapszustand wahrscheinlich infolge zu brücker Gasfüllung, der durch Novadral gut zu beherrschen war. Nach einigen Stunden war die Patientin wieder beschwerdefrei.

Der schwerste Kollaps ereignete sich schließlich bei einer 23jährigen Patientin mit einem adrenogenitalen Syndrom. Im Sinne eines Adam-Stoke-Anfalles auf Grund einer vagotonen Kreislaufreaktion trat hier zunächst ein Hitze- und Schwindelgefühl, danach eine kurze 20-30 Sekunden dauernde Bewußtlosigkeit mit Asystolie und etwas später Übelkeit und Erbrechen auf. Vier bis fünf solcher Anfälle hatte die Patientin auch vorher schon bei ähnlich belastenden Eingriffen, z. B. einer Kieferhöhlenoperation, erlebt.

4. Gasembolie

Gefürchtetste und gefährlichste Komplikation des Retroperitoneum ist die Gasembolie. Für die Entstehung dieser schweren Zwischenfälle sollen neben den unbeabsichtigten und unbemerkten Gefäßläsionen durch die Injektionsnadel auch Verletzungen pathologisch veränderter Gefäßwandungen infolge der retroperitonealen Druckschwankungen beim Lagewechsel der Patienten verantwortlich sein (19). Zahlreiche gasembolische Todesfälle sind bereits oben genannt. Als Beispiel für die vielen weiteren nicht tödlich verlaufenen Zwischenfälle sei hier ein Bericht von Russ,

Glenn und Gianturco (43) angeführt: Wegen Verdachts auf einen retroperitonealen Tumor wurde bei einer 74jährigen Patientin eine retroperitoneale Sauerstofffüllung durchgeführt. Zunächst erfolgte die Insufflation von 500 ml O₂ in linker Seitenlage ohne Schwierigkeiten. Dann wurde die Patientin in die Bauchlage gebracht. Nach der Injektion von weiteren 100 ml O₂ bekam die Patientin plötzlich eine Dyspnoe und wurde zyanotisch. Die Haut fühlte sich feucht und kalt an, der Blutdruck war nicht meßbar, der Puls unregelmäßig und schlagartig auf 120/min angestiegen. Ein lautes "Mühlrad"-Geräusch war bei jedem Herzschlag zu hören als unfehlbares Anzeichen einer intrakardialen Gasansammlung. Daraufhin wurde die Untersuchung abgebrochen und 0,25 ml Adrenalin intravenös injiziert. Nach der Lagerung der Patientin auf die linke Körperseite verschwand nach wenigen Minuten das "Mühlrad"-Geräusch, innerhalb einer halben Stunde auch die Zyanose und auch der Puls normalisierte sich. Bei einer drei Stunden später durchgeführten Abdomen-Röntgenaufnahme konnte keine Gasansammlung mehr festgestellt werden, so daß angenommen werden muß, daß möglicherweise das gesamte Gas intravenös injiziert wurde.

Die sofortige Linksseitenlagerung im Emboliefall hat oft lebensrettende Wirkung, kann aber keinesfalls immer einen tödlichen Ausgang verhindern (43).

Im Untersuchungszeitraum von 1961-1971, in dem wir ausschließlich CO_2 als Insufflationsgas verwendeten, erlebten wir bisher keinen einzigen gasembolischen Zwischenfall.

5. Krisenhafte Blutdrucksteigerungen beim Phäochromozytom

Mehrere durch das Retropneumoperitoneum ausgelöste Zwischenfälle sind im Schrifttum bei Patienten mit einem Phäochromozytom erwähnt (35, 41). Es handelt sich hierbei um schwere hypertone Blutdruckkrisen, die mit Schock und Tod enden können (35).

Der exakte Mechanismus, der für diese Blutdruckkrisen verantwortlich ist, ist unsicher. Als Auslösfaktor kommen sowohl mechanische Effekte als auch die allgemeine Stress-Situation, in der sich der Patient bei dieser belastenden Untersuchung befindet, in Betracht.

In unserem Untersuchungsmaterial fanden wir 5 Fälle eines Phäochromozytoms, bei denen ein Retropneumoperitoneum zur Sicherung der biochemisch bereits gestellten Diagnose und vor allem zur Seitenlokalisation des Tumors durchgeführt wurde.

2 der 5 Untersuchungen verliefen komplikationslos, von denen allerdings eine unter einer Regitininfusion erfolgte. Bei den restlichen 3 retroperitonealen Gasfüll-

lungen traten jeweils entweder während oder kurz nach der Untersuchung hypertone Blutdruckkrisen auf.

So erlebten wir bei einer 44jährigen Patientin während der Gasinsufflation eine Blutdruckkrise mit einer Tachykardie von 120/min. Es wurde ein Blutdruck von 280/140 mm Hg gemessen, der sich 2 Minuten nach der intravenösen Gabe von 10 mg Regitin wieder auf den Ausgangswert von 150/100 mm Hg einstellte.

Die Patientin bemerkte bereits vor 3 Jahren zum ersten Mal einen Anfall von Herzjagen, der mit einem starken Hitzegefühl im Kopf, Schwindel, Kopfschmerzen und Erbrechen wasserklarer Flüssigkeit einherging. Diese Zustände hielten 10 bis 15 Minuten an und wiederholten sich in der Folgezeit immer häufiger. Während des Klinikaufenthaltes konnten periodisch auftretende Blutdruckkrisen und Tachykardie beobachtet werden. Die Bestimmung der Vanillin-Mandelsäure im 24-Std.-Urin ergab mit 24,3 mg eine um etwa das 5-fache erhöhte Ausscheidung. Der Regitintest war eindeutig positiv. Bei der Untersuchung des Augenhintergrundes fand sich ein Fundus hypertonicus II.

Im Retropneumoperitoneum fiel ein großer weichteildichter kappenförmig dem linken oberen Nierenpol aufliegender, vorwiegend nach ventral zu gelegener Tumorschatten auf (Abb. 1).



Abb. 1. Retropneumoperitoneum
Phäochromozytom der linken Nebenniere

Die Aortographie, die wegen einer zu erwartenden Krise unter EKG-Kontrolle und blutiger Blutdruckmessung durchgeführt wurde, verlief komplikationslos und zeigte einen fast faustgroßen ventral und cranial des oberen linken Nierenpols gelegenen Tumor mit zahlreichen Tumorgefäßen. Diese Befunde wurden durch die Operation bestätigt, ebenso die klinische Diagnose eines Phäochromozytoms durch die histologische Untersuchung.

Bei einer wenige Wochen später stattfindenden Nachuntersuchung waren Blutdruckwert, Katecholamin- und Vanillin-Mandelsäure-Ausscheidung im Urin im Normalbereich.

In einem anderen Fall hatte ein 46jähriger Patient wäh-

rend der Gasinsufflation sehr starke Schmerzen und einen extremen Schweißausbruch, unmittelbar nach der Untersuchung eine hypertone Krise mit Tachykardie, Kopfschmerzen und starker Übelkeit.

Der Patient klagte bereits seit einigen Jahren über Stirnkopfschmerzen und einen deutlichen Leistungsabfall. Seit ca. 2 Jahren traten anfallsweise plötzliche Übelkeit und Schweißausbrüche auf. Vor einem Jahr ereignete sich der erste heftige Anfall mit hohem Blutdruck, Übelkeit, Zittern, Erbrechen, starken Kopfschmerzen, Tachykardie, Herzbeklemmung, Blässe im Gesicht und an den Händen. Solche Zustände wiederholten sich mehrmals nach geringer körperlicher Anstrengung, aber selten auch mitten aus dem Schlaf heraus, sowie nach ausgelassenen Mahlzeiten. Dabei konnten mehrmals systolische Blutdruckwerte von 270 mm Hg gemessen werden. Die Katecholamin-Ausscheidung im 24-Std.-Urin ergab mit 271,4 µg einen Wert, der etwa um das 5-fache über der oberen Normgrenze lag. Das Verhältnis Adrenalin zu Noradrenalin betrug dabei 3:1. Der Histamintest war positiv, die Vanillin-Mandelsäure-Ausscheidung stark erhöht.

Im Retropneumoperitoneum ließ sich trotz der wegen der aufgetretenen Komplikationen unvollständigen Füllung eine vergrößerte linke Nebenniere erkennen (Abb. 2a). Bei der Nebennieren-Angiographie stellte sich ein pflaumengroßer Tumor am linken oberen Nierenpol dar (Abb. 2b).

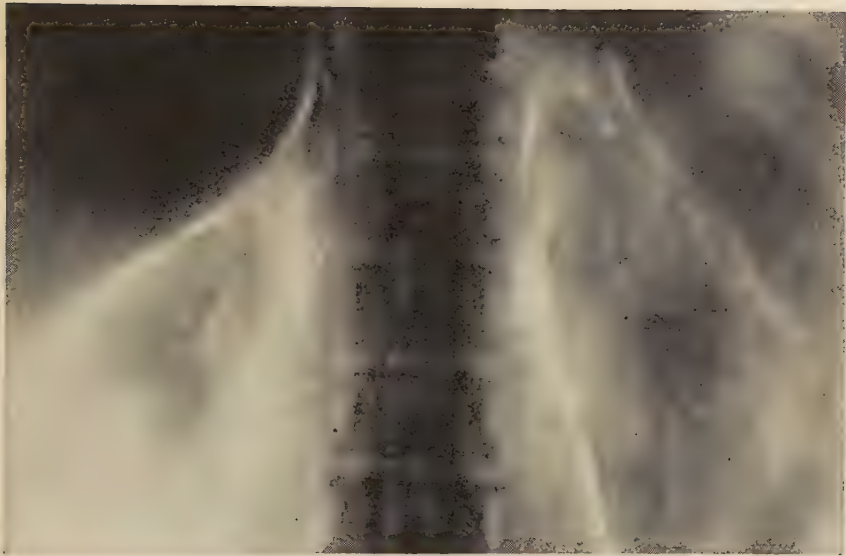


Abb. 2a. Retropneumoperitoneum
Phäochromozytom der linken Nebenniere

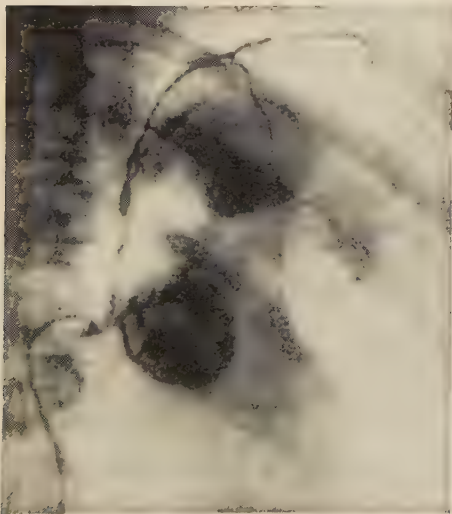


Abb. 2b. Nebennieren-Angiographie
Phäochromozytom der linken Nebenniere

Der Operationsbefund bestätigte diese Diagnose, pathologisch-anatomisch handelte es sich um ein Phäochromozytom. Bei der nach dem komplikationslosen postoperativen Verlauf vorgenommenen Kontrolle fand sich ein Blutdruckwert von 140/90 und eine normale Katecholamin-Ausscheidung.

Erst zwei Stunden nach Abschluß der Untersuchung ereignete sich bei einer 24jährigen Patientin eine mit Tachykardie, Kopf- und Gliederschmerzen, Brechreiz, Erbrechen und starkem Beklemmungsgefühl einhergehende Blutdruckkrise. Zwei weitere Anfälle folgten am nächsten Tag sowie bei einer einige Tage später stattfindenden Aortographie.

Bei allen 3 Patienten konnten die Zwischenfälle gut beherrscht und die Blutdruckkrisen rasch durch intravenöse Gabe von 10 mg Regitin beseitigt werden. Wir halten grundsätzlich bei allen Patienten, bei denen ein Retroperitoneum unter dem Verdacht eines Phäochromozytoms durchgeführt wird, Regitin bereit, um eine Blutdruckkrise gegebenenfalls schnellstens zu beenden. Bei Patienten, bei denen es schon vorher häufig zu spontanen oder bei ähnlich belastenden Eingriffen auftretenden Blutdruckkrisen gekommen ist und bei denen auch bei der retroperitonealen Gasinsufflation mit hoher Wahrscheinlichkeit eine solche zu erwarten ist, führen wir Regitininfusionen durch.

6. Blutdruck-, Pulsfrequenz- und Körnertemperaturveränderungen

Blutdruckschwankungen kurze Zeit nach Beendigung des Retropneumoperitoneum werden in der Literatur mehrfach erwähnt (45, 12). So stellten Secco und Mitarbeiter (45) eine 1-3 Tage anhaltende Blutdrucksenkung fest, während Cocchi (12), der bei 30 Patienten Blutdruckkontrollen vornahm, bei 19 ein Ansteigen des Blutdrucks, bei 5 keine Änderung des Ausgangswertes und bei 6 eine mäßige Blutdrucksenkung verzeichnete.

Etwa 2 Stunden nach der Gasinsufflation wurden Blutdruck-, Puls- und Temperaturkontrollen durchgeführt. Bei 9 Fällen zeigte sich eine Blutdrucksenkung um 20-30 mm Hg, in 2 Fällen eine Erniedrigung um 40 mm Hg. Die Ausgangswerte von 10 der 11 Patienten waren hyperten, nur einer war normal. Bei zwei Patienten blieb der Blutdruck zwei Tage lang gesenkt. Bei den übrigen erreichte er bereits am nächsten Tag wieder den Ausgangswert. In zwei Fällen beobachteten wir ein Ansteigen des mittleren Blutdrucks, und zwar bei einer Patientin mit einem Phäochromozytom um 45 mm Hg und bei einer Patientin mit Verdacht auf ein Cushing-Syndrom um 30 mm Hg. Bereits am nächsten Tag erfolgte ein Rückgang auf die Ausgangswerte.

Bei acht Patienten verzeichneten wir einen Pulsanstieg um 15-30/min, bei einem weiteren Patienten um 40/min und

bei einer Patientin mit einem Phäochromozytom um 60/min. Eine Verlangsamung des Pulses ergab sich in zwei Fällen um 15 bzw. 30/min.

Mäßige Temperaturerhöhungen, die allerdings bei keinem Patienten über 37,9°C hinausgingen, wurden bei 5 Patienten einen Tag lang, bei einem weiteren Patienten zwei Tage lang gemessen. Die übrigen untersuchten Patienten zeigten keine Änderungen.

Es ist allerdings schwer zu beurteilen, in wieweit die obengenannten Blutdruck-, Puls-, Temperaturschwankungen direkt als Folge des Retroperitoneum anzusehen sind oder ob auch andere Faktoren eine Rolle spielen.

7. Spätkomplikationen

Teschendorf (49) weist darauf hin, daß ihm kein Fall einer CO₂-Reizwirkung auf die serösen Häute des menschlichen Körpers bekannt sei und daß er eine solche auch im Tierversuch nicht beobachtet habe. Ebenso bestätigt Heuck (in einer persönlichen Mitteilung an Buchwald; 23), daß die Ausbildung von Fibrosen und Adhäsionen wegen der kurzen Verweildauer des CO₂ im Gewebe vermieden werde.

Aus unserem Material sind uns keine nach der Untersuchung als Spätkomplikationen aufgetretene retroperitoneale Fibrosen bekannt geworden. Auch bei den durchgeführten Ope-

rationen wurden laut Operationsberichten keine auffälligen, auf die vorausgegangene Untersuchung zurückzuführenden Veränderungen im Retroperitonealraum nachgewiesen.

D. Diskussion

Die Zusammenstellung der von uns beobachteten Komplikationen (Tabelle III) beim Retropneumoperitoneum zeigt, daß außer den aufgetretenen Blutdruckkrisen bei Patienten mit Phäochromozytom lebensbedrohliche Zwischenfälle nicht auftraten.

Tabelle III

Häufigkeit der verschiedenen Komplikationen

Falsche Nadellage

a) Anstechen des Darmes : 3

b) Labialemphysem : 1

Erbrechen : 1

Kollaps : 3

Blutdruckkrisen beim Phäochromozytom : 3

Angesichts der zahlreichen im Schrifttum beschriebenen schweren gasembolischen Zwischenfälle muß das Embolierisiko weitgehendst ausgeschaltet werden. Buchwald (8) unterscheidet zwischen einem "primären Emboliefaktor", der durch die Art des verwendeten Insufflationsgases gekennzeichnet ist, und einem "sekundären Emboliefaktor", der alle Begleitumstände der Insufflation wie z. B. Körperlage, Zustand des Patienten, Gasmenge, Gasdruck und Zeitdauer der Insufflation einschließt. Der große Vorteil der sogenannten "emboliefreien" Gase CO_2 und N_2O

liegt in der hohen Blutlöslichkeit und der damit verbundenen Ausschaltung des "primären Emboliefaktors". Tatsächlich emboliefreie Gase gibt es nicht, aber für die Praxis der Gasinsufflation kann dieser Begriff wohl angewendet werden, da bei der hohen Blutlöslichkeit dieser Gase die applizierten Gasmengen sowie Insufflationsgeschwindigkeit und -druck nicht ausreichen, eine tödliche Gasembolie herbeizuführen.

Wir konnten bei keinem der von uns untersuchten Patienten gasembolische Komplikationen beobachten.

Die Forderung von Landes und Mitarbeitern (26) und Buchwald (8) soll unterstrichen werden, bei der Durchführung eines Retropneumoperitoneum auf die gefährlichen Gase O_2 und atmosphärische Luft zu verzichten - O_2 steht im Hinblick auf die Emboliegefährdung atmosphärischer Luft kaum nach - und stattdessen nur die sogenannten "emboliefreien" Gase CO_2 und N_2O zu verwenden.

Wegen seiner schnellen Resorption ist CO_2 für die Ventrikulographie und Gasmyelographie ungeeignet. Auch beim Retropneumoperitoneum wirkt sich die rasche Resorptionsfähigkeit des CO_2 für die praktische Durchführung der Gasinsufflation insofern nachteilig aus, als bei der Verwendung von CO_2 und N_2O nach Abschluß der eigentlichen Insufflation von ca. 2000 ml während der Schichtaufnahmeserie jeweils 100 ml zwischen den einzelnen Tomogrammen

nachinsuffliert werden können. Dieser geringe Nachteil wird aufgewogen durch die Ausschaltung der Gefahren-gefährdung sowie die Verkürzung der Neben- und Nachwirkungen wie Schmerzen, Druck- und Völlegefühl, die sehr schnell nach Beendigung der Insufflation nachlassen. Abb. 3 zeigt die rasche Abnahme der retroperitonealen Gasfüllung 40 Minuten nach der letzten CO_2 -Insufflation.



Abb. 3

Die retroperitoneale Gasinsufflation ist heute allgemein als wertvolle Untersuchungsmethode anerkannt vor allem für die Erkennung von Nebennierentumoren und Nebennierenhyperplasien. So bevorzugten Bret und Mitarbeiter (6) das Retropneumoperitoneum vor der Arteriographie in der Erkennung von Nebennierentumoren als zuverlässigere Methode wegen seines besseren diagnostischen Wertes, der geringeren Gefährlichkeit, außerdem wegen der leichteren Beurteilbarkeit und des geringeren apparativen Aufwandes. Von 43 Nebennierentumoren konnten 41 durch das Retropneumoperitoneum festgestellt werden, 11 durch die Arteriographie. Lang (27) konnte 88 % der Nebennierentumoren und -zysten durch ein kombiniertes Untersuchungsverfahren von Retropneumoperitoneum und Arteriographie diagnostizieren. Dagegen erhielten Rubányi und Keltai (40) bei der retroperitonealen Gasinsufflation in 4 Fällen eines Phäochromozytoms 2 positive und 2 negative Befunde.

Die Weiterentwicklung anderer diagnostischer Methoden hat die Indikation zur retroperitonealen Gasinsufflation geändert. Kontur, Form und Lage der Nieren sind mittels Nephrotomographie nach Kontrastmittelinfusion (38) gut darstellbar. Zur Diagnostik von Nieren- und Pankreaserkrankungen sowie auch zur Diagnostik retroperitonealer Tumoren werden zunehmend angiographische Methoden eingesetzt (7, 20). In den letzten Jahren erschienen mehrere Mitteilungen über die angiographische Darstellung der

Nebenniere (50). Mit dieser Entwicklung hat sich die Indikationsstellung zum Retroperitoneum dort gewandelt, wo die apparativen Ausrüstungen zur Katheterangiographie vorhanden sind.

Wir setzen das Retroperitoneum da ein, wo angiographische Methoden in der Diagnostik von Nebennierenerkrankungen und retroperitonealen Tumoren keine befriedigenden Ergebnisse erbringen. Wir sehen in Retroperitoneum und Angiographie hierbei weniger konkurrierende als sich gegenseitig ergänzende Untersuchungsverfahren. Zur Nieren- und Pankreasdiagnostik führen wir ganz überwiegend angiographische Methoden, nur in Ausnahmefällen noch das Retroperitoneum durch.

Das Retroperitoneum stellt für den Patienten einen subjektiv unangenehmen Eingriff dar mit mehr oder weniger Schmerzen, Druckgefühl, Schweißausbrüchen und vegetativen Sensationen. Bei Verwendung von CO_2 als Insufflationsgas kann die Untersuchung aber als objektiv ungefährlich bezeichnet werden. Sedierung, Verwendung von Analgetika und entsprechende psychologische Führung können die Untersuchung für den Patienten erleichtern.

Auch fehlerhafte Untersuchungstechnik führt nicht zu schwerwiegenden Komplikationen. Ernsthafte Zwischenfälle drohen nur bei Patienten mit Phäochromozytom, da hier mit dem Auftreten von Blutdruckkrisen gerechnet werden muß.

Bisher liegen keine vergleichenden Untersuchungen über die Häufigkeit von Blutdruckkrisen bei Angiographien und beim Retropneumoperitoneum vor. Die angiographische Untersuchung ist jedoch möglicherweise weniger mit Blutdruckkrisen belastet, zumal sich Phäochromozytome häufig schon ohne selektive Nebennierenangiographie in der Übersichts-aortographie darstellen lassen. In der Reihenfolge der Diagnostik beim Phäochromozytom sollte daher die Angiographie vor dem Retropneumoperitoneum durchgeführt werden. In jedem Fall muß bei klinischem Verdacht auf das Vorliegen eines Phäochromozytoms Regitin zur Blutdrucksenkung bereit liegen.

E. Zusammenfassung

Anhand der Krankengeschichten und der dazugehörigen Röntgenaufnahmen von 95 Patienten aus den Jahren 1961-1971, bei denen ein Retropneumoperitoneum unter Verwendung von CO_2 als Insufflationsgas durchgeführt wurde, prüften wir die Komplikationen dieser Untersuchungsmethode.

An leichteren Komplikationen erlebten wir bei 3 Patienten eine Anpunktion des Rektums und in einem Fall ein Labialemphysem infolge mangelhafter technischer Durchführung.

Weiterhin ereigneten sich 3 Kollapszustände.

Mehr oder minder heftige Schmerzen und Schweißausbrüche, Druck- und Völlegefühl traten fast bei allen Patienten auf.

Unsere schwersten Komplikationen bestanden in hypertonen Blutdruckkrisen, die sich bei 3 Patienten mit einem Phäochromozytom einstellten, aber durch die intravenöse Gabe von 10 mg Regitin schnell beseitigt werden konnten.

Wir beobachteten keine der in der Literatur zahlreich beschriebenen gasembolischen Zwischenfälle. Das ist auf die Verwendung des emboliefreien CO_2 als Insufflationsgas zurückzuführen.

Die Weiterentwicklung von Nephrotomographie und Angiographie hat zwar zu einer Einengung der Indikation zum Retropneumoperitoneum geführt, aber vor allem in der Nebennierendiagnostik ist sein Platz als wertvolle Unter-

suchungsmethode anerkannt.

Das Retropneumoperitoneum stellt für den Patienten einen subjektiv unangenehmen Eingriff dar, kann aber bei der Verwendung von CO_2 als Insufflationsgas als objektiv ungefährlich bezeichnet werden.

F. Literaturverzeichnis

1. Alvarez, W. C.:

The use of CO₂ in pneumoperitoneum.

Amer. J. Roentgenol. 8 (1921), 71-72.

2. Baurys, W.:

Serious complications associated with newer diagnostic methods in urology.

J. Urol. 75 (1956), 846-851.

3. Bettenhäuser, K. und G. Anger:

Hautemphysem und Pneumoretroperitoneum als Folge einer diagnostischen Colonfüllung. Doppelkontrastmethode.

Fortschr. Röntgenstr. 100 (1964), 658-659.

4. Bonomini, B.:

zitiert nach Cocchi (12).

5. Boriani, G.:

Nouvelle méthode de technique radiodiagnostique. Le pneumoprépéritoine?

J. Radiol. 22 (1938), 188-190.

6. Bret, P., A. Anjou, L. Chollat, J. Duquesnel, M. Croisille, J.-P. Chaix:

Étude radiologique des Tumeurs surrenaliennes.

Ann. Radiol. 14 (1971), 521-542.

7. Bücheler, E., A. Dux, P. Thurn:

Die Röntgendiagnostik der primären retroperitonealen Tumoren.

Fortschr. Röntgenstr. 107 (1967), 735-747.

8. Buchwald, W.:
Die Verwendung schnell resorbierbarer Gase bei diagnostischen Gasinsufflationen. Kritische Stellungnahme zum Problem der Gasembolie.
Fortschr. Röntgenstr. 103 (1965), 187-200.
9. Carelli, H.:
Pneumoperitoneum.
Amer. J. Roentgenol. 10 (1923), 259.
10. Case, J. T.:
A review of three years' work and articles on pneumoperitoneum.
Amer. J. Roentgenol. 8 (1921), 714-721.
11. Ciarla, E.:
Grandi iniezioni peridurali ed epidurali di ossigeno e di aria come nuovo metodo di esplorazione radiologica. Applicazioni terapeutiche.
Radiol. med. 28 (1941), 247-264.
12. Cocchi, U.:
Retropneumoperitoneum und Pneumomediastinum.
Fortschr. Röntgenstr. Erg.-Band 79. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1957.
13. De Gennes, L., J. P. May:
zitiert nach Cocchi (12).
14. Diethelm, L.:
Persönliche Mitteilung (nach Buchwald; 8).
15. Evans, A. T.:
Combined use of contrast media in retroperitoneal tumors. Critical evaluation.
Arch. Surg. 70 (1955), 191-198.

16. Faber, V., L. Harsányi:
 Fatal air embolism due to therapeutic and diagnostic
 abdominal air insufflation..
 Orv. Hetil. 103 (1962), 782-787.

17. Fournier, A. M., P. Jouve-Fournier:
 Embolie gazeuse et rétropneumopéritoine.
 J. Radiol. Électrol. 42 (1961), 174-175.

18. Franzen, J.:
 Das Retropneumoperitoneum, eine Bauchraumuntersuchung,
 ihre Technik, Indikation und Leistungsfähigkeit.
 Röntgen-Bl. 8 (1955), 258-274.

19. Gioustremes, V., S. Boyarsky, H. R. Newman:
 Fatal air embolism following presacral air insufflation.
 Occurence despite manometric control.
 J. Urol. 85 (1961), 381-384.

20. Habighorst, L. V., G. Manczak, M. van der Nauwaert:
 Nierenbefall bei retroperitonealen Malignomen.
 Radiologe (1972), (im Druck).

21. Harrison, R. H., L. C. Doubleday:
 Roentgenological appearance of normal adrenal glands.
 J. Urol. 76 (1956), 16-22.

22. Harvard, B. M., R. R. White, J. F. Walsh:
 Experimental studies in acute retroperitoneal and car-
 bon dioxide insufflation.
 J. Urol. 81 (1959), 481-485.

23. Heuck, F.:
 Persönliche Mitteilung (nach Buchwald; 8).

24. Hoffheinz, S.:
 Die Luft- und Fettembolie.
 Neue dtsh. Chir. 55. Enke, Stuttgart 1933.

25. Hoeffken, W., R. Junghans, W. Zylka:
Die Grundlagen der Pneumoradiographie des rechten Herzens mit Kohlendioxyd.
Fortschr. Röntgenstr. 86 (1957), 292-301.
26. Landes, R. R., C. L. Ramson:
Presacral retroperitoneal pneumography utilizing carbon dioxide.
J. Urol. 82 (1959), 670-673.
27. Lang, E. K.:
The roentgenographic diagnosis of suprarenal masses.
Radiology 87 (1966), 35-45.
28. Lefkovits, A.:
Fatal air embolism during presacral insufflation of air.
J. Urol. 77 (1957), 112-115.
29. Levene, G.:
Rates of venous absorption of carbon dioxide and air used in double-contrast examination of colon.
Radiology 69 (1957), 571-577.
30. Levene, G., S. A. Kaufmann:
Improved technic for double contrast examination of colon by use of compressed carbon dioxide.
Radiology 68 (1957), 83-85.
31. Maurer, H. U.:
Die Röntgendarstellung der Nebennieren.
Z. Urol. 62 (1969), 481-484.
32. Meyers, H. I., G. Jacobson:
Death following intravenous carbon dioxide angiography.
Radiology 77 (1961), 295-296.

33. Moore, R. M., C. W. Braselton, jr.:
Injection of air and carbon dioxide into the pulmonary vein.
Ann. Surg. 112 (1940), 212-218.

34. Müller, H.:
Subphrenische Gasansammlung nach Retropneumoperitoneum.
Fortschr. Röntgenstr. 94 (1961), 636-642.

35. Pendergrass, H. P., Th. A. Tristan, W. S. Blakemore, A. M. Sellers, P. J. Janetta, J. J. Murphy:
Roentgen technics in the diagnosis and localization of pheochromocytoma.
Radiology 78 (1962), 725-737.

36. Quimet-Oliva, D.:
Air axillography.
Amer. J. Roentgenol. 111 (1971), 153-156.

37. Ransom C. L., R. R. Landes, R. Mc Lelland:
Air embolism following retroperitoneal pneumography, a nation-wide survey.
J. Urol. 76 (1956), 664-670.

38. Reisner, K., K. H. van de Weyer:
Die Leistungsfähigkeit der Nephrotomographie unter Kontrastmittelinfusion.
Fortschr. Röntgenstr. 104 (1966), 289-306.

39. Rosenstein, A.:
Die Pneumoradiographie des Nierenlagers.
Dtsch. med. Wschr. 47 (1921), 1011.

40. Rubányi, P., P. Keltai:
Unsere Erfahrungen in der Chirurgie des Phäochromozytoms.
Zbl. Chir. 89 (1964), 1768-1775.

41. Rudinsky, H.:
Modified method of gas-contrast studies (with particular reference to intracardiac carbon dioxide).
S. A. J. Radiol. 5 (1967), 37-40.

42. Ruiz Rivas, M.:
Generalized subserous emphysema through a single puncture.
Amer. J. Roentgenol. 64 (1950), 723-734.

43. Russ, F. H., D.L. Glenn und C. Gianturco:
Gas embolism during extraperitoneal insufflation.
Radiology 61 (1953), 637-638.

44. Schattenfroh, C. und R. Schuster:
Das Pneumoretroperitoneum bei "berfunktionszuständen der Nebenniere.
Fortschr. Röntgenstr. 103 (1965), 155-165.

45. Secco, Benini und Vittone:
zitiert nach Cocchi (12).

46. Stauffer, H. M., T. M. Durant, M. J. Oppenheimer:
Gas embolism. Roentgenologic consideration, including the experimental use of carbonic dioxide as an intracardiac contrast material.
Radiology 66 (1956), 686-692.

47. Steinbach, H. L., D. R. Smith:
Extraperitoneal pneumography in diagnosis of retroperitoneal tumors.
Arch. Surg. 70 (1955), 161-172.

48. Teschendorf, W.:
Zur Verwendung eines leicht resorbierbaren Gases (Stickoxydul) für die Darstellung der Gelenke und des Pneumoperitoneum.
Fortschr. Röntgenstr. 53 (1936), 476-479.

49. Teschendorf, W.:

Über die Verwendung schnell resorbierbarer Gase in der Röntgendiagnostik.

Acta radiol. 36 (1951), 297-304.

50. van de Weyer, K. H., R. Wolf:

Selektive Angio-Szintigraphie der Nebennieren.

Radiologe 10 (1970), 205-222.

51. Wilhelm, S. F.:

Gas insufflation through the lumbar and presacral routes.

Surg. Gynec. Obstet. 99 (1954), 319-323.

Lebenslauf

Am 22. Januar 1945 wurde ich als zweiter Sohn des Winzermeisters Wilhelm Metzler und seiner Ehefrau Hedwig, geborene Zaun, in Nieder-Olm geboren. Im Jahre 1951 wurde ich in der Volksschule Nieder-Olm eingeschult. Ab 1956 besuchte ich das altsprachliche Paul-Schneider-Gymnasium in Meisenheim/Glan, wo ich auch in dem dazugehörigen Internat wohnte. Im Herbst 1963 wechselte ich auf das humanistische Rabanus-Maurus-Gymnasium in Mainz. Dort bestand ich 1966 das Abitur und begann im Sommersemester des gleichen Jahres mit dem Studium der Medizin an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. Im Juli 1969 bestand ich das Physikum und beabsichtige im Anschluß an das Sommersemester 1972 das medizinische Staatsexamen abzulegen.

Herrn Professor Dr. med. Habighorst bin ich zu bestem Dank verpflichtet für die Überlassung des Themas und seine stete Hilfsbereitschaft.

Herrn Professor Dr. med. Diethelm danke ich für die Übernahme des Korreferates.

Außerdem gilt mein herzlichster Dank Fräulein Brigitte Sieben für ihre unermüdliche Schreibarbeit.

